Knoopcellen

Voor het voeden van kleine draagbare apparaten wordt gebruik gemaakt van knoopcellen. Er zijn tientallen typen in omloop die ook nog eens volgens verschillende technologieën werken. Wij proberen wat orde in deze chaos te scheppen.

Auteur: Jos Verstraten, Landgraaf, Nederland
Email: josverstraten@live.nl
Publicatiedatum: 25-03-2025

Achtergrondinformatie

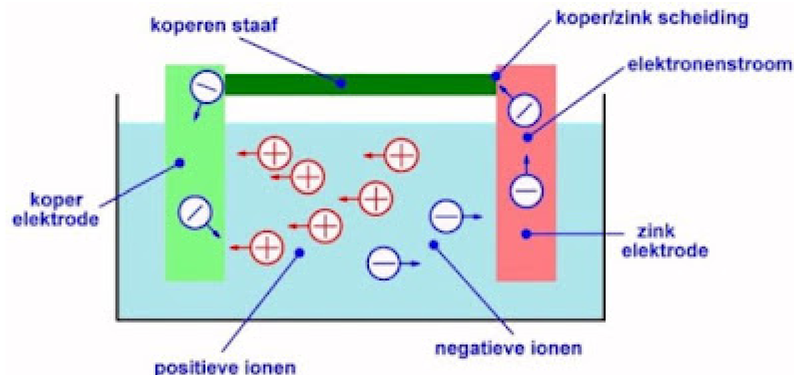
Wat is een knoopcel?
Een knoopcel, ook wel knopbatterij genoemd, is een zeer kleine ronde batterij of accu die vaak de vorm en grootte heeft van een knoop, vandaar de naam. In het Engels worden zij '*button cell*' of '*coin cell*' genoemd. Knoopcellen zijn dun en hebben een diameter van 5 tot 25 millimeter. De meeste exemplaren hebben een capaciteit van maximaal een paar honderd mAh. Vandaar dat zij uitsluitend worden toegepast in apparaten die een minimaal vermogen verbruiken, zoals horloges, rekenmachines, sleutelhangers, afstandsbedieningen en hoortoestellen. Ook worden zij gebruikt om de inhoud van CMOS-geheugens, zoals de datum, de tijd en de BIOS-instellingen van een PC te bewaren als de voedingsspanning van een apparaat per ongeluk uitvalt.



Een aantal knoopcellen verzameld. (© 2006 Gerhard H Wrodnig)

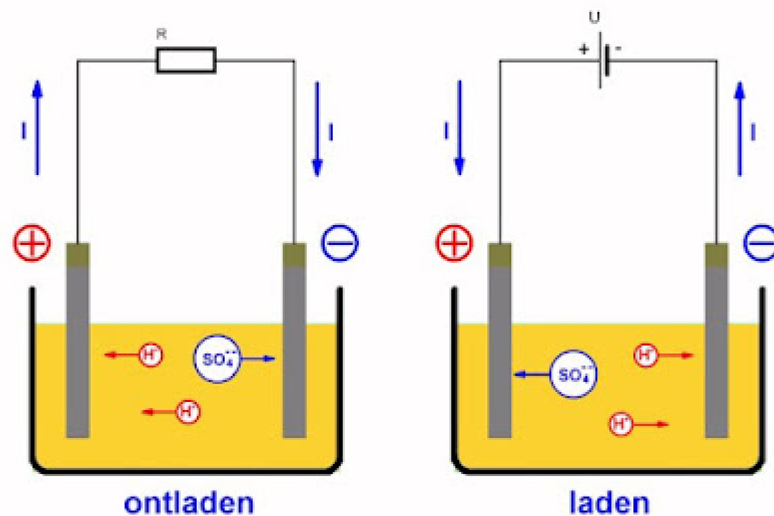
Hoe werken knoopcellen?
Knoopcellen werken als iedere andere elektrochemische cel: chemische energie wordt omgezet in elektrische energie (en eventueel vice versa). Zo'n cel bevat twee elektrisch geleidende platen die elektroden worden genoemd. De ene is de anode, de andere is de kathode. Die elektroden zijn gescheiden door een vloeibaar of pastavormig elektrolyt en soms ook nog door een échte separator.
Het principe van de werking is gebaseerd op redox-reacties tussen de elektroden en het elektrolyt. De anode gaat een oxidatie-reactie aan en verliest daarbij elektronen. De kathode ondergaat een reductie-reactie en neemt elektronen op. Op de ene elektrode ontstaat dus

een overschot aan elektronen, op de andere een tekort. Als u nu die twee elektroden met een geleider verbindt gaat er door die geleider een elektronenstroom vloeien. Deze elektronenstroom, die dus via een extern circuit loopt, levert de bruikbare elektrische energie op. Het verschil in elektronendichtheid tussen beide elektroden is verantwoordelijk voor de spanning die de cel levert.
Uiteraard moet de stroomkring op de een of andere manier worden gesloten. Die rol wordt vervuld door het elektrolyt. Door de redox-reacties worden de atomen van het elektrolyt gesplitst in elektronen en ionen. Er ontstaan dus twee stromen in de vloeistof. De elektronenstroom in de vloeistof sluit aan bij de externe elektronenstroom en zorgt dus voor een gesloten keten.
De soms aanwezige separator is een dunne, ionen-doorlatende barrière die voorkomt dat de anode en de kathode direct in contact komen, waardoor er een kortsluiting zou ontstaan.



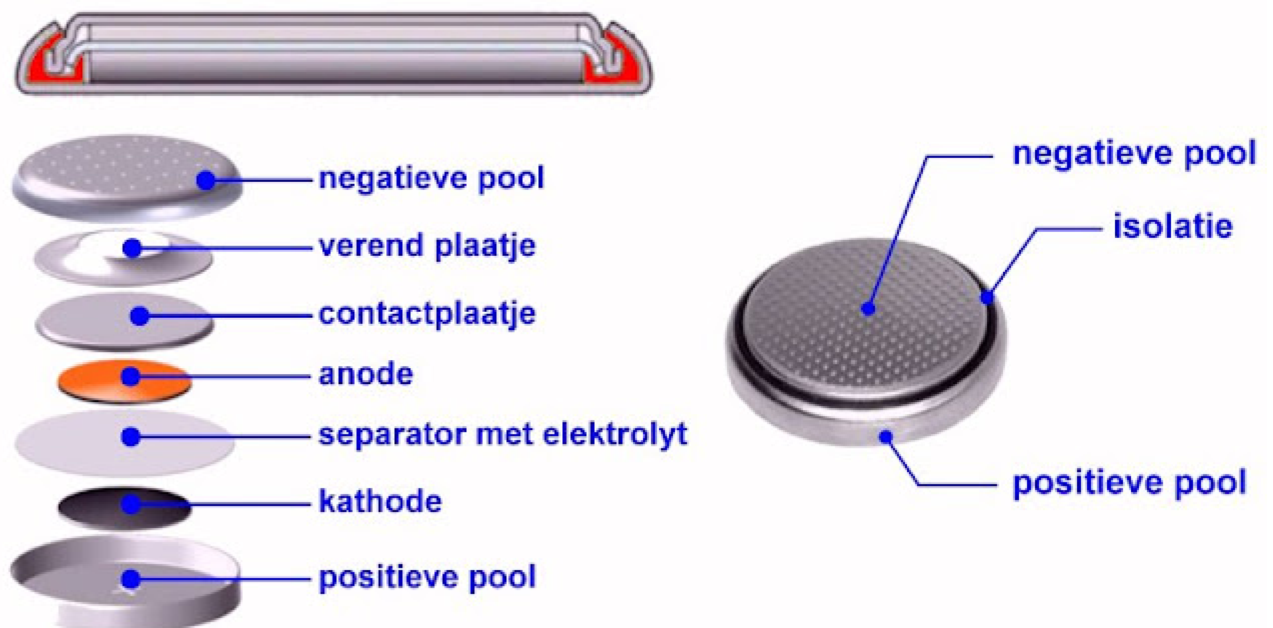
Een simplistische voorstelling van een elektrochemische cel.
(© 2025 Jos Verstraten)

Het verschil tussen een batterij en een accu
De meeste knoopcellen vormen een eenmalig bruikbaar onderdeel. Als de cel '*leeg*' is moet u deze weggooien. Er bestaan echter tegenwoordig ook oplaadbare knoopcellen. Die geraken ook '*leeg*', maar u kunt dit onderdeel weer opladen waardoor het weer '*vol*' komt.
Die begrippen '*leeg*' en '*vol*' hebben alles te maken met de functie van het elektrolyt in de cel. Door het sluiten van de stroomkring tussen de anode en de kathode gaan er extern elektronen van de eerste naar de tweede elektrode vloeien. De elektronen kunnen, dankzij een proces dat '*elektrolytische dissociatie*' heet, via het elektrolyt intern weer terug vloeien van de tweede naar de eerste elektrode.
De elektronen worden door de vloeistof getransporteerd via ionen, die ontstaan door het uit elkaar vallen van de moleculen van de chemische stof die u in het water hebt opgelost. Door het elektronentransport via de ionen zullen deze echter neerslaan op een van de elektroden. Hierbij zullen de ionen chemische verbindingen aangaan met het metaal van de elektrode, waardoor nieuwe chemische stoffen ontstaan. Hierdoor neemt de concentratie van de oorspronkelijk in het water opgeloste elektrolytische stof langzaam maar zeker af. Op een bepaald moment is alle oorspronkelijke stof chemisch omgezet en houdt het elektronentransport via de ionen door de vloeistof op. De knoopcel levert dan geen elektrische spanning meer en men zegt dat het onderdeel '*leeg*' is.
Bij oplaadbare knoopcellen heeft men een manier gevonden om dit proces om te draaien. Als u de stroomrichting omkeert, door de '*lege*' cel aan te sluiten op een spanningsbron, gaan de positieve ionen weer recombineren met vrije elektronen en worden de atomen van het elektrolyt hersteld. De cel wordt dan opgeladen tot hij weer '*vol*' is. Natuurlijk gaat dat niet met alle materialen en elektrolyten. Men moet speciale elektrode-materialen en elektrolyten bij elkaar zoeken die dit laadproces mogelijk maken. Vandaar dat er een onderscheid blijft bestaan tussen oplaadbare en niet-oplaadbare knoopcellen.
In de onderstaande figuur is het ontladen en laden van een traditionele lood/zwavelzuur-accu schematisch voorgesteld.



Schematische voorstelling van de werking van een oplaadbare knoopcel.
(© 2025 Jos Verstraten)

De samenstelling van een knoopcel
In de onderstaande illustratie hebben wij de samenstelling van een knoopcel voorgesteld. De metalen behuizing van de cel (de '*can*') is steeds de kathode of positieve elektrode. In deze '*can*' worden de diverse onderdelen van de cel, die allemaal cirkelvormig zijn, opgestapeld. Tussen de anode en de kathode zit de separator die verzadigd is met het elektrolyt. De deksel van de '*can*' vormt de negatieve elektrode. Tussen de '*can*' en dat deksel is een isolerende laag aangebracht, die zorgt voor de elektrische scheiding tussen de plus en de min.



De constructie van een knoopcel. (© 2025 Jos Verstraten)

De algemene specificaties van een knoopcel

De nominale of bronspanning
Deze spanning, uitgedrukt in volt, is de spanning tussen de klemmen van het onderdeel in onbelaste toestand.

De capaciteit

Dat is de grootheid die aangeeft hoeveel elektrische lading de knoopcel maximaal kan bevatten. De eenheid is de Ah, de ampère-uur. Voor knoopcellen gebruikt men meestal de mAh als eenheid. Een cel met een capaciteit van 100 mAh kan gedurende één uur een stroom van 100 mA leveren.

De ontlaadstroom
De maximale stroomsterkte in milli-ampère waarmee het onderdeel veilig kan worden ontladen. Te hoge stromen kunnen de knoopcel beschadigen of oververhitten.

De interne weerstand
De gelijkstroomweerstand die u tussen de klemmen van de cel kunt meten. Deze grootheid wordt uitgedrukt in Ω. Praktische waarden liggen tussen 3 Ω en 15 Ω. Een lage interne weerstand zorgt uiteraard voor minder energieverlies en minder warmteontwikkeling.

De energiedichtheid
De energiedichtheid van een knoopcel geeft de maximale elektrische lading die er per kg in kan worden opgeslagen. Deze grootheid wordt uitgedrukt in Wh/kg.

De laad- en de ontlaadefficiëntie
Deze grootheden geven respectievelijk aan hoeveel van de energie bij het laden wordt opgeslagen en welk deel van de opgeslagen energie bij het ontladen nuttig gebruikt kan worden. Stel als voorbeeld dat deze waarden 50 % en 90 % zijn. Van de energie die u bij het laden toevoert zal dan slechts 50 % in de cel terechtkomen, de rest gaat verloren als restwarmte. Bij het ontladen van de cel kunt u 90 % van de opgeslagen energie nuttig gebruiken en zal de overige 10 % verloren gaan als restwarmte.

De cycli
Een getal zonder eenheid dat aangeeft hoe vaak u een oplaadbare knoopcel kunt op- en ontladen voordat de capaciteit merkbaar afneemt. Een voorbeeld is een cel die na 500 cycli nog maar tot 80 % van haar capaciteit kan worden opgeladen.

Zelfontlading
Dit is een vervelende eigenschap van een knoopcel, waardoor de elektrische lading die er in zit langzaam verdwijnt, zonder dat u de cel gebruikt. De snelheid van zelfontlading varieert afhankelijk van het celtype en bepaalt welk deel van de oorspronkelijk opgeslagen energie nog beschikbaar is na een bepaalde opslagtijd in magazijn, winkel of ongebruikt apparaat. De zelfontlading is ook afhankelijk van de leeftijd van de cellen en van de opslagtemperatuur. Alle fabrikanten leveren momenteel echter zogenaamde LSD-cellen op basis van lithium- of lithium-zilveroxide. '*LSD*' staat in dit kader voor '***L**ow **S**elf **D**ischarge*'. Deze cellen hebben een zeer lage zelfontlading, vaak slechts ongeveer 1 % per jaar. Voorwaarde is dan wel dat de cellen onder optimale omstandigheden worden bewaard.

De verschillende technologieën van knoopcellen

De chemische samenstelling
Afhankelijk van de chemische samenstelling leveren knoopcellen een spanning van 1,5 V tot maximaal 3,7 V:

- Nikkel-metaalhydride (NiMH) knoopcellen: 1,2 V
- Zink-lucht knoopcellen: 1,4 V
- Alkali-mangaan (alkaline) knoopcellen: 1,5 V
- Kwik knoopcellen: 1,35 V
- Zilveroxide knoopcellen: 1,55 V
- Lithium knoopcellen: 3,0 V
- Oplaadbare lithium knoopcellen: 3,7 V

Nikkel-metaalhydride knoopcellen (NiMH)
Nikkel-metaalhydride knoopcellen zijn eigenlijk kleine accu's onder de vorm van traditionele knoopcellen. Ze worden vaak gebruikt in compacte elektronische apparaten zoals horloges, rekenmachines en gehoorapparaten. De nominale spanning van een NiMH-knoopcel is doorgaans 1,2 V.
De NiMH-knoopcel gebruikt een waterstofabsorberende legering voor de negatieve elektrode. De positieve elektrode is van nikkel-oxyhydroxide (NiOOH). NiMH-accu's gebruiken doorgaans kaliumhydroxide als elektrolyt.
De beschikbare capaciteit varieert nogal en is afhankelijk van het specifieke model en merk. De Varta V15H-SLF heeft bijvoorbeeld een capaciteit van slechts 15 mAh, terwijl de Varta CP300H een capaciteit van 300 mAh biedt.
Een van de belangrijkste voordelen van NiMH-knoopcellen is dat ze herhaaldelijk kunnen worden opgeladen, wat ze milieuvriendelijker en kostenefficiënter maakt op de lange termijn. NiMH-cellen hebben absoluut geen last van het geheugeneffect, hetgeen betekent dat hun capaciteit niet afneemt als u ze herhaaldelijk gedeeltelijk ontlaadt en vervolgens weer oplaadt.

Zink-lucht knoopcellen
Zink-lucht knoopcellen worden voornamelijk gebruikt in hoortoestellen. Zij maken gebruik van de lucht om elektrische energie op te wekken. De positieve elektrode is gemaakt van poreus koolstofmateriaal verzadigd met een zoutoplossing die zinkionen bevat. De negatieve elektrode bestaat uit zink. De zuurstof in de lucht fungeert als katalysator in dit systeem.
Het unieke van deze knoopcellen is dat u ze moet activeren door een sticker van de knoopcel te verwijderen. Deze zit op de pluspool en door de verwijdering komen de luchtgaten eronder in contact met de lucht, waardoor het elektrochemisch proces op gang komt en de knoopcel na korte tijd klaar is voor gebruik.
De gekleurde stickers op zink-lucht knoopcellen zijn bedoeld als een visuele code om snel het type en de afmeting van de cel te herkennen:
Rode sticker:
- IEC-code: PR63
- ANSI-code: 7012ZD
- Nummer-code: 5
- Afmetingen: 5,8 mm x 2,5 mm
- Capaciteit: 33 mAh

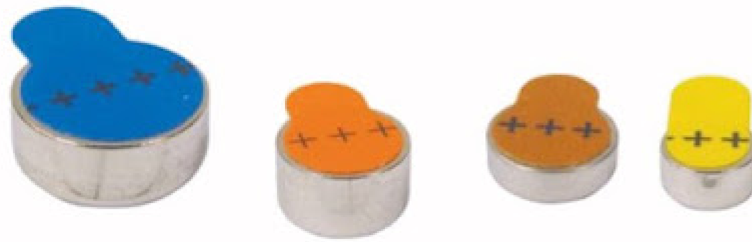
Gele sticker:
- IEC-code: PR70
- ANSI-code: 7005ZD
- Nummer-code: 10
- Afmetingen: 5,8 mm x 3,6 mm
- Capaciteit: 91 mAh

Oranje sticker:
- IEC-code: PR48
- ANSI-code: 7000ZD
- Nummer-code: 13
- Afmetingen: 7,9 mm x 5,4 mm
- Capaciteit: 280 mAh

Bruine sticker:
- IEC-code: PR41
- ANSI-code: 7002ZD
- Nummer-code: 2312
- Afmetingen: 7,9 mm x 3,6 mm
- Capaciteit: 160 mAh

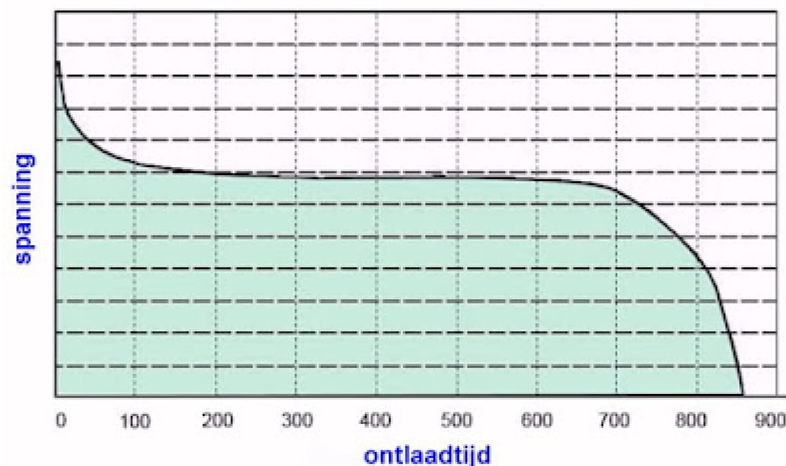
Blauwe sticker:
- IEC-code: PR44
- ANSI-code: 7003ZD
- Nummer-code: 675
- Afmetingen: 11,6 mm x 5,4 mm

- Capaciteit: 600 mAh



De gekleurde stickers op zink-lucht knoopcellen. (© Hoergeraete-info.net)

Alkali-mangaan (alkaline) knoopcellen
Deze cellen werken volgens de elektrochemische reactie tussen zinkpoeder (Zn) in de vorm van een pasta (de anode) en mangaandioxide (MnO_2) samen met grafiet (de kathode). Als elektrolyt wordt gebruik gemaakt van kaliumhydroxide (KOH).
Alkaline knoopcellen leveren goede prestaties, zelfs bij lage temperaturen. Zij leveren een stabiele spanning gedurende het merendeel van hun levensduur. Dat is essentieel voor de correcte werking van veel gevoelige elektronische componenten. Zij zijn bovendien goedkoop, hebben een hoog opslagvermogen en een lange levensduur.



Het verloop van de uitgangsspanning bij continue belasting.
(© 2025 Jos Verstraten)

In de onderstaande tabel zij de specificaties van de meest toegepaste alkaline knoopcellen samengevat.

Type	CAPACITEIT	AFMETINGEN
LR1120	42 mAh	11,6 Ø × 2,1 mm
LR1130	72 mAh	11,6 Ø × 3,1 mm
LR41	38 mAh	7,9 Ø × 3,6 mm
LR43	108 mAh	11,6 Ø × 4,2 mm
LR44	145 mAh	11,6 Ø × 5,4 mm
V76PX	145 mAh	11,6 × 5,4 mm
V625U	200 mAh	15,5 Ø × 5,9 mm

De meest toegepaste alkaline knoopcellen. (© 2025 Jos Verstraten)

Lege alkaline knoopcellen beginnen na een tijdje te lekken. Bij het ontladen komt er namelijk wat waterstofgas in de cel vrij waardoor de interne druk verhoogt. Als deze druk te groot

wordt lekt er kaliumhydroxide uit de cel. Dat kaliumhydroxide reageert met koolstofdioxide uit de lucht waardoor er kaliumcarbonaat kristallen ontstaan. Dit zorgt voor het oxideren van de knoopcellen waardoor andere, nog bruikbare batterijen die in de buurt liggen permanent beschadigd kunnen worden.



Een lekkende alkaline knoopcel. (© werenipad.nl)

Kwik knoopcellen

Hoewel deze sinds 1996 niet meer mogen worden gebruikt in de EU, vanwege de aanwezigheid van het giftige element kwik, geven wij hier voor de volledigheid toch nog de eigenschappen van deze knoopcellen.

Een kwik knoopcel is een niet-oplaadbare batterij. De werking berust op de reactie van kwikoxide met een zink-elektrode. Het elektrolyt is een base, meestal natriumhydroxide of kaliumhydroxide. Natriumhydroxide levert een constante spanning bij lage stromen, terwijl kaliumhydroxide zorgt voor een constante spanning bij hoge stromen.

Kwik knoopcellen kunnen zeer lang ontladen worden, tot wel tien jaar, waarbij de spanning zeer constant blijft. Ze hebben ook een hoge energiedichtheid. Kwik-cellen hebben een zeer lage zelfontlading. Zij hebben een lage interne weerstand waardoor zij korte piekvermogens kunnen leveren. De geleverde spanning is niet temperatuurafhankelijk waardoor deze ook bij wisselende temperaturen gebruikt kunnen worden.

Zilveroxide knoopcellen

Een zilveroxide knoopcel is een primaire cel die zilveroxide Ag_2O als kathodemateriaal en zink voor de anode gebruikt. Er wordt gebruik gemaakt van een alkalische elektrolyt, meestal natriumhydroxide (NaOH) of kaliumhydroxide (KOH). Het zilver wordt bij de kathode gereduceerd en het zink wordt geoxideerd.

Ook deze cellen behouden een vrijwel constante nominale spanning tijdens de ontlading totdat ze volledig leeg zijn. In knoopcellen is de hoeveelheid zilver die wordt gebruikt minimaal, waardoor dit element geen onbetaalbaar dure bijdrage levert aan de totale productkosten.

Tot 2004 bevatten alle zilveroxide knoopcellen ongeveer 0,2 % kwik, verwerkt in de zink-anode om corrosie door de alkalische omgeving te voorkomen. Deze corrosie vindt plaats ongeacht of de cel wel of geen stroom levert. De houdbaarheid is dus een belangrijke beperkende factor bij zilveroxide knoopcellen. Sony begon in 2004 met de productie van de eerste kwikvrije zilveroxide cellen.

De energiedichtheid bedraagt 130 Wh/kg en de levensduur bedraagt enkele duizenden uren bij continue belasting. De zelfontlading is vrij laag, gedurende meerdere jaren behoudt een zilveroxide knoopcel 90 % van de oorspronkelijke capaciteit.
Zilveroxide knoopcellen worden bijvoorbeeld toegepast in de meeste polshorloges. De zilver-oxide knoopcellen kunnen de oudere alkaline knoopcellen altijd vervangen en in de meeste gevallen zijn zilver-oxide knoopcellen zelfs een betere keuze, zeker voor horloges of apparatuur dat veel energie verbruikt of intensief wordt gebruikt.
U kunt heel gemakkelijk ontdekken welke zilveroxide knoopcel een alkaline knoopcel vervangt. De code van een alkaline knoopcel begint met LR, bijvoorbeeld LR44. Als u deze wilt vervangen voor een zilveroxide knoopcel, dan heeft u de SR44 batterij nodig.

Lithium knoopcellen
Een lithium knoopcel is een batterij waarvan de anode uit metallisch lithium bestaat. Voor de kathode wordt vaak mangaan(IV)oxide MnO_2 gebruikt, maar er zijn vele andere mogelijkheden. Afhankelijk van het kathodemateriaal kan een lithiumbatterij een spanning van 1,5 V tot 3,7 V leveren. Vrijwel alle niet-oplaadbare knoopcellen leveren echter 3,0 V. Afhankelijk van de maat varieert de capaciteit tussen de 30 en 950 mAh. Ze bieden een hoge energiedichtheid, waardoor ze compact veel energie kunnen opslaan. Ze hebben een zeer lage zelfontlading en behouden hun lading over een lange periode, wat ze ideaal maakt voor toepassingen die een langdurige opslag vereisen.
Er zijn tientallen diverse uitvoeringen in gebruik, waarvan de onderstaande tabel de meest gebruikte types specificeert.

TYPE	CAPACITEIT	AFMETINGEN
CR1025	30 mAh	10 Ø × 2,5 mm
CR1216	25 mAh	12 Ø × 1,6 mm
CR1220	38 mAh	12 Ø × 2 mm
CR1225	48 mAh	12 Ø × 2,5 mm
CR1616	50 mAh	16 Ø × 1,6 mm
CR1620	68 mAh	16 Ø × 2 mm
CR1632	125 mAh	16 Ø × 3,2 mm
CR2016	80 mAh	20 Ø × 1,6 mm
CR2025	170 mAh	20 Ø × 2,5 mm
CR2032	235 mAh	20 Ø × 3,2 mm
CR2320	150 mAh	23 Ø × 2 mm
CR2325	190 mAh	23 Ø × 2,5 mm
CR2430	285 mAh	24,5 Ø × 3 mm
CR2450	540 mAh	24,7 Ø × 5 mm
CR2477	950 mAh	24,7 Ø × 7,7 mm

De meest toegepaste lithium knoopcellen.
(© 2025 Jos Verstraten)

De modelnummers van de lithium knoopcelbatterijen beginnen dus met CR, gevolgd door drie of vier cijfers. De cijfers staan voor de afmetingen van de knoopcel. De vaak toepepaste CR2032 heeft een diameter 20 mm en een dikte van 3,2 mm. Een CR2025, die ook een diameter van 20 mm heeft, kan echter niet een CR2032 batterij vervangen, ook al lijken ze erg veel op elkaar. Deze is immers maar 2,5 mm dik en het kan dus gebeuren dat de batterij geen goed contact maakt met het contactlipje in het batterij-compartiment.

Oplaadbare lithium knoopcellen

Er bestaat tegenwoordig ook een aantal technologieën voor oplaadbare lithium knoopcellen. Zij volgen een codering die verwant is aan de standaard volgens IEC 60086-3: een combinatie van letters en cijfers zoals LIR2032 (*lees verder*).
De letters staan voor:

- LIR = Lithium-ion Rechargeable
- MLR = Mangaan-Lithium Rechargeable
- VLR = Vanadium-Lithium Rechargeable

Oplaadbare lithium knoopcellen gebruiken meestal een technologie gebaseerd op lithium-ion-polymeer (Li-Ion) of lithium-mangaan ($LiMnO_2$). Deze knoopcellen hebben meestal een nominale spanning van 3,6 V tot 3,7 V en dus niet de 3,0 V van de niet-oplaadbare soortgenoten. De beschikbare capaciteit is momenteel nog vaak lager dan deze van de niet-oplaadbare versies. Bovendien kunnen zij maar een beperkt aantal laadcycli doorstaan, meestal 200 tot 500 cycli.

De codering van knoopcellen

Iedere fabrikant eigen code?
Er heerst grote chaos op dat gebied. Een knoopcel die door één fabrikant LR1154 wordt genoemd heet bij andere fabrikanten AG13, LR44, 357 of A76.

De IEC 60086-3 codering van knoopcellen
Vandaar dat de IEC een codering van knoopcellen heeft voorgesteld, bestaande uit een combinatie van letters en cijfers, die informatie geeft over het type batterij, de afmetingen en soms de chemische samenstelling.

De letters
De twee beginletters geven de chemische samenstelling van de batterij aan:

- BR: Lithium-polycarbonmonofluoride (3,0 V)
- CR: Lithium-mangaanoxide (3,0 V)
- ER: Thionyl chloride (3,6 V)
- FR: IJzersulfide (1,5 V)
- GR: Koperoxide (1,5 V)
- LI: Lithium-ion (3,7 V)
- LR: Alkaline (1,5 V)
- MR: Kwik (1,35 V)
- PR: Zink-lucht (1,4 V)
- SR: Zilveroxide (1,55 V)
- ZR: Nikkel oxyhydroxide (1,5 V)

De tweede letter R staat hierbij voor de ronde vorm van de knoopcellen.

De cijfers
De cijfers geven de afmetingen van de cellen weer. De eerste twee cijfers geven de diameter aan in millimeters, de laatste twee cijfers geven de dikte aan in tienden van een millimeter. Al er slechts drie cijfers aanwezig zijn, geeft alleen het eerste cijfer de diameter weer.

Andere codering van de afmetingen
Sommige fabrikanten geven de diameter van hun knoopcellen aan door een getal tussen 4 en 44.

GETAL	DIAMETER	TOLERANTIE
4	4,8 mm	±0,15 mm
5	5,8 mm	±0,15 mm
6	6,8 mm	±0,15 mm
7	7,9 mm	±0,15 mm
9	9,5 mm	±0,15 mm
10	10,0 mm	±0,20 mm
11	11,6 mm	±0,20 mm
12	12,5 mm	±0,25 mm
16	16,0 mm	±0,25 mm
20	20,0 mm	±0,25 mm
23	23,0 mm	±0,50 mm
24	24,5 mm	±0,50 mm
44	11,6 mm	±0,20 mm

Alternatieve manier van het coderen van de diameter.
(© 2025 Jos Verstraten)

Voorbeelden

CR2032
- CR: Lithium-mangaanoxide (3,0 V)
- 20: Diameter van 20 mm
- 32: Dikte van 3,2 mm

LR44
- LR: Alkaline (1,5 V)
- 44: Diameter van 11,6 mm

Andere codering

Andere fabrikanten hanteren de onderstaande codering, waarbij x staat voor het materiaal:
- A: alkaline
- S: zilver

De cijfers geven informatie over de afmetingen, waarbij deze op de onderstaande manier herleid kunnen worden tot de IEC-codering.

CODE	IEC AFMETINGEN
xG0	521
xG1	621
xG2	726
xG3	736
xG4	626
xG5	754
xG6	920 of 921
xG7	926 of 927
xG8	1120 of 1121
xG9	936
xG10	1130 of 1131
xG11	721
xG12	1142
xG13	1154

De AGxx en SGxx codering van knoopcellen.
(© 2025 Jos Verstraten)

Knoopcellen aansluiten op een schakeling

Losse houders
Knoopcellen zijn natuurlijk niet zo eenvoudig te gebruiken, zij hebben immers niets waarop u draadjes kunt aansluiten. Vandaar dat er handige losse houders op de markt zijn voor de populairste afmetingen. U opent de houder, monteert de knoopcel er in en sluit de houder. Via twee draadjes kunt u de knoopcel in een schakeling verwerken. Dergelijke houders kosten bij de bekende Chinese leveranciers € 0,56 per stuk. Sommige houders zijn zelfs voorzien van een miniatuur schuifschakelaartje, waarmee u de cel kunt uitschakelen.



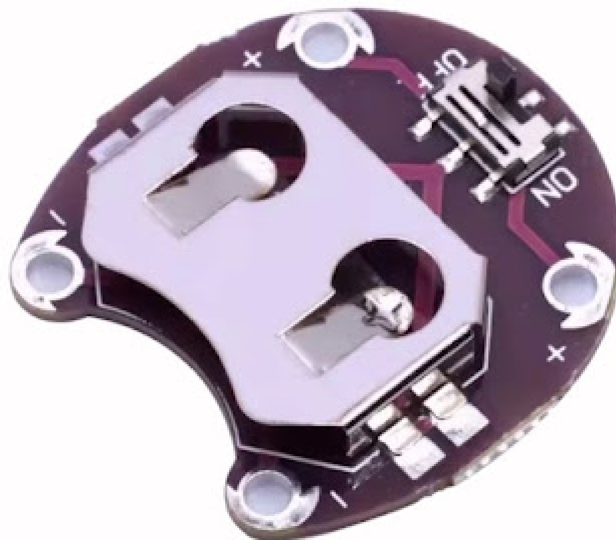
Losse houders voor knoopcellen. (© AliExpress)

Printplaat houders
Voor het verwerken van knoopcellen op printplaten zijn diverse soorten houders beschikbaar. De goedkoopsten bestaan uit twee simpele metalen verende clip's die u in een print soldeert en waartussen u nadien een knoopcel kunt schuiven. U betaalt er maar een paar centen voor, maar de kwaliteit is echter betwistbaar. Beter zijn de houders die in de onderstaande afbeelding zijn weergegeven. Zij kosten ongeveer één euro, maar uw knoopcellen zijn dan wel op een betrouwbare manier op uw printplaten verwerkt.



Printplaat houders voor knoopcellen. (© 2025 Jos Verstraten)

Button cell mount modules (LilyPad-houders)
Daarnaast zijn er ook nog zogenaamde '*button cell mount modules*' beschikbaar. Aan die modules kunt u draadjes solderen of u kunt de module op een printplaat solderen via de vier pad's op de hoeken. Ook die onderdelen bevatten soms een schuifschakelaartje. U betaalt er ongeveer € 0,30 voor. Deze onderdelen zijn ook bekend onder de naam '*LilyPad-houders*'.



Een voorbeeld van een 'button cell mount module'.
(© AliExpress)

Knoopcellen voor rechtstreekse printmontage
Naast deze hulpmiddelen voor de montage van een standaard knoopcel zijn er ook exemplaren te koop, die u zonder hulpmiddelen op uw print kunt solderen. Die zijn er voor horizontale en voor verticale montage, zie de onderstaande foto. Dat zijn in feite 'gewone' knoopcellen waarop men twee metalen soldeerlipjes heeft gepuntlast.



Knoopcellen voor rechtstreekse printmontage.
(© 2025 Jos Verstraten)

Laders voor knoopcellen

Voornamelijk voor de LIRxxxx-serie
Nu oplaadbare lithium knoopcellen populair worden heeft men daar uiteraard ook de noodzakelijke laadapparaten voor ontwikkeld. De eenvoudigste uitvoering is voorgesteld in de onderstaande foto. U monteert de knoopcel in de rechter houder en plugt het apparaatje in een USB-poort van uw PC. Te koop voor twee euro bij de bekende Chinese postorder bedrijven.



Een simpele lader voor één LIRxxxx knoopcel. (© AliExpress)

Er zijn ook uitgebreidere laders leverbaar, zoals deze voorgesteld in de onderstaande foto waarmee u acht cellen kunt laden. Er zijn posities voor laadstromen van respectievelijk 20 mA, 40 mA en 70 mA. U betaalt er ongeveer € 15,00 voor.

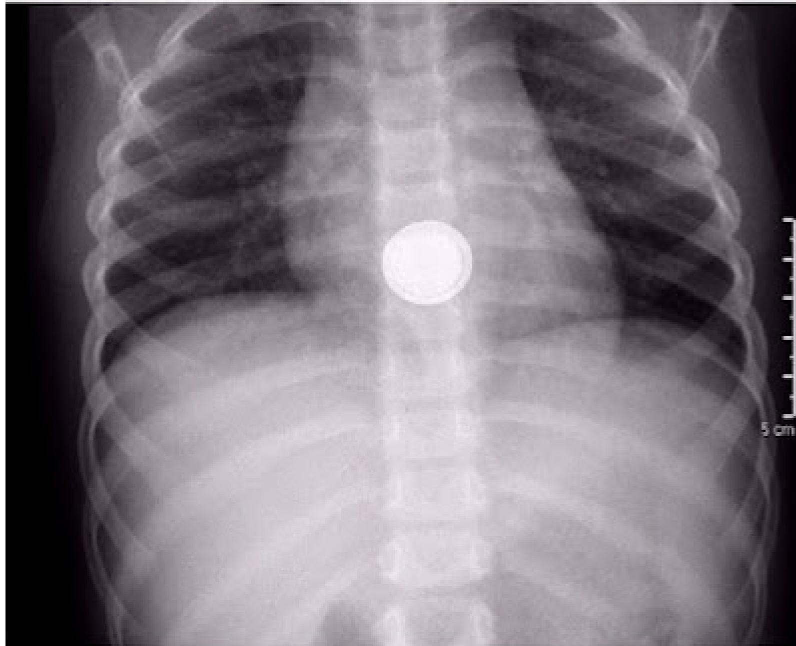


Een achtvoudige lader voor LIRxxxx knoopcellen. (© AliExpress)

Gezondheidsproblemen van knoopcellen

Ze lijken op snoepjes....
Blijkbaar zijn knoopcellen heel erg aantrekkelijk voor kleine kinderen. Ze lijken op snoepjes en worden vanwege hun kleine afmetingen door jonge kinderen met gemak ingeslikt. In de Verenigde Staten worden jaarlijks gemiddeld meer dan 3.000 innames van knoopcellen door kinderen gemeld. Dat had in de periode van 2002 tot en met 2021 welgeteld 44 sterfgevallen onder kinderen tot gevolg.

Zeer schadelijk voor de slokdarm en de maag
Een ingeslikte knoopcel kan aanzienlijke schade aan de inwendige organen veroorzaken. De batterij reageert met speeksel, waardoor een elektrolyse-proces ontstaat dat een alkali kan vrijgeven dat sterk genoeg is om door menselijk weefsel te branden. Die stof reageert namelijk met water en vormt dan hydroxide-ionen (OH^-) die erg reactief zijn. Ingeslikte batterijen die vast blijven zitten in de slokdarm kunnen binnen twee uur een gat in de wand van de slokdarm veroorzaken. In de ernstigste gevallen kan dit zelfs een open verbinding tussen de slokdarm en de luchtpijp veroorzaken.



Een röntgen-foto van een knoopcel in de slokdarm van een kind.
(© Erasmus MC)

Waaraan herkent u een ingeslikte knoopcel?
De symptomen en signalen zijn:

- Pijn in de keel, borst of buik.
- Moeite met slikken of ademhalen.
- Braken of overgeven.
- Mogelijke koorts of tekenen van infectie.

Wat is de behandeling?
In eerste instantie kunt u het kind behandelen met honing of sucralfaat als tijdelijke maatregel. Sucralfaat beschermt de maagwand, het zorgt ervoor dat maagzuur niet bij beschadigde plekken in de maagwand kan komen. U moet uiteraard onmiddellijk geneeskundige spoedhulp inroepen. Na het maken van een röntgen-foto om de exacte positie van de knoopcel vast te stellen wordt deze met een endoscoop uit de slokdarm of de maag verwijderd.